集成电路工艺原理第3次小测

胡睿 PB17061124

1. 什么是光刻？我们一般用什么来衡量光刻工艺成功以否？感光胶分为哪几种，描述他们的定义和优缺点？为什么光刻胶抗腐蚀性和稳定性那么重要？（10分）

光刻是一种图形复印和化学腐蚀相结合的精密表面加工技术，是指使用光敏材料和可控制的曝光在硅片表面形成三维图形的过程。光刻的目的是将掩膜版上的几何图形正确转换成晶圆上的器件结构，为进行刻蚀或离子注入作准备。

衡量光刻工艺成功以否的标准：

1.高分辨率：是光刻精度和清晰度的标志之一。

2,高灵敏度：指光刻胶的感光速度，即光刻胶发生化学变化所需的能量。

3.精密的套刻对准，掩膜层数增加(十多次甚至几十次光刻) ➔各次曝光图形间相互套准；

4. 低缺陷率 集成度提高 ➔器件特征尺寸缩小 ➔对缺陷的 敏感度变大 ➔减少缺陷； 光刻中引入的缺陷的影响很严重 ➔会使电路失 效 ➔成品率下降

5.对大尺寸硅片的加工(曝光视场大) 为了提高效益常采用大尺寸硅片，而在大尺寸硅片上满足前述要求难度更大。

感光胶的分类：

按材料对紫外光的光学反应分类： 负性光刻胶和正性光刻胶。

按光刻胶形成图形关键尺寸的能力分类：

传统光刻胶：适用于紫外光波，最小线宽 尺寸在0.35um以上；

化学放大(CA)光刻胶：适用于深紫外光波， 加工的最小特征尺寸在0.25um以下的。化学 放大的意思是指光刻胶的化学反应可通过化学 催化剂被加快。

优缺点比较：

负胶曝光速率快，对硅片的粘附性也好。 传统负胶的一个主要缺点是在显影时曝光区 域由溶剂引起的膨胀，它使硅片表面的光刻胶图形变形； 传统负胶的另一缺点是曝光时光刻胶可与氮气反应从而抑制其交联。

正胶显影有更高的分辨率，故可用来产生亚微米图形。正胶显影工艺比负胶显影更为敏感，影响因素包括：前烘的时间和温度、曝光度、光刻胶的膜厚、显影液的浓度、显影时间和温度，以及显影的方法。

光刻胶抗腐蚀性和稳定性能够保证光刻胶只在特定的条件下溶解以保证在晶圆上能够光刻形成清晰准确的图案，因此非常重要！

2. 光刻工艺的主要流程有哪几步？什么是光刻工艺的分辨率？从物理角度看，限制分辨率的因素是什么？最常用的曝光光源是什么？光刻的曝光方式有几种，分别是？（10分）

光刻工艺的主要流程有10步：

1. 气相成底膜Vapor Prime

2. 涂胶 Photoresist Application

3. 前烘 Soft Bake

4. 对准&曝光 Align & Expose

5. 曝光后烘焙Post-Exposure Bake

6. 显影 Develop

7. 坚膜烘焙 Hard Bake

8. 显影目检 Develop Inspection

9. 刻蚀 Etch

10.去胶及最终目检Final Inspection

光刻工艺的分辨率是指将硅片上的两个邻近的特征图形清晰分辨出 来的能力，用每mm内能够刻蚀出可分辨的最多线条数来表示，现多用能够产生的最小图形尺寸CD来描述 ，是光刻系统和光刻工艺的关键参数，是光刻精度和清晰度 的标志之一。

从物理角度看，限制分辨率的因素有：

1.涂胶过程中胶膜太厚－分辨率低（分辨率是膜厚的5－8倍）

2,对光刻中光源选择和光源波长的控制。

3. 数值孔径NA 增加透镜的数值孔径NA也可提高系统的分辨率；

4.工艺因子k 减小工艺因子k也可改善图像的分辨率。

最常用的曝光光源是紫外(UV)光源和深紫外(DUV)光源（波长<300nm）

光刻的曝光方式有2种，分别是

1.光源发出的光线通过掩膜版把图案转移到 光刻胶膜上,如投影式曝光

2.把光源聚集成很细的射束,直接在光刻胶 上扫描出图案(可以不用掩膜版),如电子束曝光

4.烘烤在光刻工艺中要发生几次，每次的作用是什么？在这几个环节中烘烤时间过长会有什么后果？（10分）

1.涂胶后的前烘

作用：去除光刻胶中的部分溶剂

2.曝光后的烘烤

作用：

◼对于常规I线光刻胶，曝光后烘是常规的作业，可 提高光刻胶的粘附性并减少驻波缺陷；

◼ 是CA DUV光刻胶工艺中重要的一步，用于促进光 刻胶的化学反应；

◼ 提高对线宽的控制

3.显影后的烘烤

作用：挥发掉存留的光刻胶溶剂和水分；提高光刻胶对硅片的粘附性，稳固光刻胶

5.请简要描述在光刻工艺完成后，如何保证我们的光刻胶侧壁是垂直又光滑的，至少列出5条影响侧壁质量的因素（10分）。如果显微镜检查后，发现光刻胶侧壁不垂直，我们该如何处置？（5分）

在光刻工艺完成后，烘焙能够保证我们的光刻胶侧壁是垂直又光滑的，。

影响侧壁质量的因素：

1.显影时间： 决定对CD的控制；

2.显影温度： 对光刻胶的溶解率有直接影响；

3.显影液剂量： 影响光刻胶显影成功与否；

4.当量浓度：对光刻胶的溶解率有直接影响；

5.烘焙时间

如果显微镜检查后，发现光刻胶侧壁不垂直，我们应该将晶圆表面磨平从头开始工艺。

6.结合前面学过的氧化工艺、扩散工艺、离子注入工艺 分别阐述在上述三个工艺过程中，什么情况下要用到光刻工艺，为什么在这些环节中要用到光刻工艺，目的是什么？（15分）

氧化工艺不需要用到光刻工艺，氧化工艺的目的在于是的光刻胶能够与晶圆更好地粘附。

扩散工艺不需要用到光刻工艺。

离子注入工艺需要用到光刻工艺，光刻步骤是为离子注入做准备的。

判断题及解释（40分）：

1.光刻机的三个基本目标是对准聚焦、曝光和合格产量，True or False? 如果是False，为什么？

False光刻的目的在于将掩膜版上的几何图形正确转换成晶圆上的器件结构，因此光刻的十步法中每一步都很重要。

2，光刻胶烘烤前要在黄光荧光灯下使用，烘烤后可以在太阳光或者其他光源下可以工作，True or False? 如果是False，为什么？

False因为烘烤一共有三次

1.涂胶后的前烘

2.曝光后的烘烤

3.显影后的烘烤

前两次烘烤之后不可以在其他光源下暴露，会影响到最后形成的晶圆质量和精度，最后一次烘烤后可以在太阳光或者其他光源下可以工作。

3，平时光刻工艺的时候可以随意选择正和负光刻胶, True or False? 如果是False，为什么？

False因为正负胶各有优缺点分别适用于不同的环境和情况，负胶曝光速率快，对硅片的粘附性也好。 传统负胶的一个主要缺点是在显影时曝光区 域由溶剂引起的膨胀，它使硅片表面的光刻胶图形变形； 传统负胶的另一缺点是曝光时光刻胶可与氮气反应从而抑制其交联。正胶显影有更高的分辨率，故可用来产生亚微米图形。正胶显影工艺比负胶显影更为敏感，影响因 素包括：前烘的时间和温度、曝光度、光刻胶的膜厚、显影液的浓度、显影时间和温度，以及显影的方法。我们必须根据不同的环境和情况来选择对应适合的光刻胶。

4，光刻的本质是把电路结构复制到以后要进行刻蚀和离子注入或者扩散的硅片上，True or False? 如果是False，为什么？

True因为光刻的目的在于将掩膜版上的几何图形正确转换成晶圆上的器件结构为进行刻蚀或离子注入做准备。

5，曝光区域有残留的光刻胶，用等离子水洗一下即可去掉，True or False? 如果是False，为什么？

False因为存在等离子水洗不干净的情况，有时需要烘焙处理，有时需要将晶圆废弃打磨平整后从头重复工艺10步。

6，普通紫外灯光刻机的能实现20nm线宽，True or False? 如果是False，为什么？

False因为深紫外才能实现0.18um，因此普通紫外光刻根本实现不了20nm线宽。

7，旋转涂胶一开始旋转速度越快越好，True or False? 如果是False，为什么？

False旋转涂胶时最开始为滴胶步骤，旋转速度不应该过快，应该逐步加速到均匀摊开在加速到能将多余的胶甩掉！

8，显影的时候，一种显影液对正胶和反胶都适用，True or False? 如果是False，为什么？

False如果存在这样的显影液，那么晶圆上的光刻胶将会全部溶解。